

53

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

F 26 b, 17/14

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 82 a, 10

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 1957 333

Aktenzeichen: P 19 57 333.2

Anmeldetag: 14. November 1969

Offenlegungstag: 3. Dezember 1970

Ausstellungspriorität: —

20

Unionspriorität

22

Datum: 29. Mai 1969

23

Land: Amt für Erfindungs- und Patentwesen, Ost-Berlin

31

Aktenzeichen: WP 140143

54

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen von Granulaten aus synthetischen linearen Hochpolymeren, insbesondere aus Polyestergranulaten

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: VEB Chemiefaserkombinat Wilh.-Pieck-Stadt Guben, X 7560 Wilhelm-Pieck-Stadt Guben

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Schroth, Dipl.-Ing. Günther; Schmalz, Dr. Dipl.-Chem. Ernst-Otto; Buschmann, Dipl.-Ing. Gerhard; Stolz, Dipl.-Ing. Hans-Joachim; Schulz, Günter; 7650 Wilhelm-Pieck-Stadt Guben; Wiesener, Dr. Dipl.-Chem. Ernst, X 6820 Rudolstadt

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 1957 333

9 11.70 009 849/1191

15.70

VEB Chemiefaserkombinat  
Wilh.-Pieck-Stadt Guben

am 13. Mai 1969  
PA ~~23/69~~ 7169

Vertreter: Schulz, Günther

Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen von Granulaten  
aus synthetischen linearen Hochpolymeren, insbesonde-  
re von Polyestergranulaten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen von Granulaten aus synthetischen linearen Hochpolymeren, insbesondere von Polyestergranulaten, die beim Erwärmen zeitweilig in einen plastischen Zustand übergehen und für die weitere Verarbeitung eine geeignete Kristallstruktur und geringe Restfeuchte aufweisen müssen.

Bei diesen Trocknungsprozessen wählt man in der Regel so hohe Temperaturen, daß die Substanzen einerseits nicht geschädigt werden und andererseits die Trocknung möglichst schnell abläuft. Aus ökonomischen Gründen wird hierbei nach Möglichkeit als Trocknungsmedium Luft verwendet. Einige Hochpolymere, wie zum Beispiel Polyäthylenterephthalat, durchlaufen bei den hierzu notwendigen Temperaturerhöhungen plastische Zustände,

009849/1191

in denen sie zum Zusammenbacken und zum Ankleben an den Vorrichtungsteilen neigen. Dieses Erweichen infolge des Aufweizens kann verschiedene Ursachen haben:

Bei Polyäthylenterephthalat-Granulaten zum Beispiel beruht dieser zeitweilige plastische Zustand auf der Tatsache, daß das zur Trocknung eingesetzte Granulat amorph in den Trockner eingeführt wird, dort infolge der Temperaturerhöhungen etwa ab 90 °C erweicht und nach bestimmten Zeiten infolge von Umwandlungen der inneren Struktur in einen Zustand übergeht, in dem es bis über 200 °C die eben genannte Plastizität nicht mehr zeigt. Das Auftreten der zwischenzeitlichen plastischen Zustände kann zu Verklebungen des gesamten Gutes führen. Aus diesem Grunde lassen sich die für Schüttgüter bekannten Trocknertypen und Verfahren in der Regel nicht zum rationellen Trocknen derartiger Substanzen einsetzen.

Es wurden daher bereits Verfahren zur Trocknung derartiger Granulate vorgeschlagen, die aus den zwei Stufen - einer teilweisen Kristallisation und der eigentlichen Trocknung - bestehen. Dabei kann in der Kristallisationsstufe eine Vortrocknung stattfinden. Für die Durchführung dieser einzelnen Verfahrensstufen, die teils kontinuierlich, teils diskontinuierlich sind, wurden fast ausschließlich getrennte Vorrichtungseinheiten vorgeschlagen. Die teilweise Kristallisation wird dabei stets so geführt, daß nach dieser Stufe keine Agglomerate vorliegen und das Granulat wenigstens soweit kristallisiert ist, daß anschließend bei geringer Relativbewegung des Schütt-

009849/1191

gut s und Umströmung des Granulates mit Gasen höh rer Temperatur getrocknet werden kann, ohne daß dabei ein Ankleben oder Zusammenbacken stattfindet.

Es wurde bereits vorgeschlagen, die teilweise Kristallisation dadurch zu erreichen, daß eine Granulatschicht mit heißen Gasen derart durchströmt wird, daß sich die Schichthöhe infolge der Durchflutung wenigstens verdoppelt und eine starke Relativbewegung mit Durchmischung des Granulates erfolgt, wobei stets wenigstens 50 % des Granulates in der wirbelnden Schicht teilweise kristallisiert vorliegen müssen.

Weiterhin ist ein Verfahren bekannt, nach dem mit heißen Gasen in einem rostlosen Wirbeltrockner das Granulat über den kritischen Zustand gebracht werden kann. Ferner wurde vorgeschlagen, die teilweise Kristallisation durch Behandlung des Granulates mit heißen Gasen in rotierenden Trommeln mit geneigter (kontinuierliche Verfahrensstufe) oder horizontaler (diskontinuierliche Verfahrensstufe) Achse und Schikanen durchzuführen.

Nach einem weiteren bekannten Verfahren wird für die erste Stufe das Granulat bei geringer Relativbewegung mit Quellmitteln (zum Beispiel Wasserdampf, Toluol usw.) und heißen Gasen behandelt.

009849/1191

Zur Durchführung dieses Verfahrens werden Band- oder Schneckenförderer vorgeschlagen, bei denen das einlaufende Granulat mit Quellmitteln behandelt wird und anschließend heiße Gase das Schüttgut durchströmen. Es wird weiterhin eine Vorrichtung beschrieben, die aus einem vertikalen zylindrischen Rohr besteht, durch das sich in dichter Schüttung das Granulat langsam bewegt, dem im oberen Teil Wasserdampf als Quellmittel eingeleitet und Heißgas von unten zugeführt wird.

Alle vorgenannten Verfahren und Vorrichtungen zur Durchführung der Verfahren haben die Nachteile, daß sie einen großen apparativen Aufwand (hinsichtlich Umfang und Kompliziertheit) sowie einen hohen Raum- und Energiebedarf erfordern. Beim Einsatz von kontinuierlichen Wirbeltrocknern für die teilweise Kristallisation bzw. für die Trocknung können sich infolge der Verweilzeitstreuungen unterschiedliche Kristallisations- bzw. Trocknungseffekte ergeben. Eine Verhinderung der Unterschiede kann lediglich durch eine Verlängerung der mittleren Verweilzeit ausgeglichen werden, wodurch allerdings die Produktivität der Vorrichtung sinkt, unter Umständen eine oxydative Schädigung des Granulates auftritt und der Abrieb zunimmt. Darüber hinaus ergeben sich wesentliche Schwierigkeiten bei allen genannten Verfahren, wenn für den gewünschten Kristallisationsgrad höhere Temperaturen als bei der Fertigtrocknung angesetzt werden müssen. Die auf der Gefahr oxydativer und thermischer Schädigungen beruhenden Schwierigkeiten lassen sich nur durch eine weitere Erhöhung des appa-

009849/1191

tiv n Auf undes, zum Beispiel Einbau einer Zwischenkühlzone oder den Einsatz von teueren Inertgasen (zum Beispiel Stickstoff, statt Luft) umgehen. Fällt bei den Verfahren, die mit Quellmitteln arbeiten, die Quellmittelaufuhr zeitweilig aus, so wird der gesamte Inhalt des Trockners unbrauchbar.

Zweck der Erfindung ist es, unter Vermeidung der vorgenannten Nachteile ein Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu entwickeln.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und entsprechende Vorrichtungen zu finden, die eine kontinuierliche Kristallisation und Trocknung der zum Verkleben neigenden Granulate ohne rotierende Einbauten und ohne Einsatz von Quellmitteln unter Vermeidung thermischer und oxydativer Schädigungen auf möglichst kurzen Wege unter Einhaltung der für die Weiterverarbeitung vorteilhaftesten Endparameter gewährleisten.

Erfindungsgemäß ist das Verfahren zum Trocknen von Granulat aus synthetischen linearen Hochpolymeren, insbesondere Polyestergranulat, das beim Erwärmen zeitweilig in einen plastischen Zustand übergeht, dadurch gekennzeichnet, daß es kontinuierlich in einer einfachen Vorrichtungseinheit unter Verwendung eines isolierten und/oder mantelbeheizten Schachttrockners

BAD ORIGINAL

009869/1191

mit nur ruhenden oder mit ruhenden und schwingenden Einsätzen ohne Zusatz von Quellmitteln in direktem Kontakt des Granulates mit heißer Luft oder heißen Inertgasen (im Folgenden Gas genannt) in drei Stufen unterteilt durchgeführt wird:

- Stufe I Teilweise Kristallisation
- Stufe II Trocknung
- Stufe III Endtrocknung und Endkristallisation mit Homogenisierung.

Der Granulatdurchlauf wird in allen Stufen nur von am Trocknerausgang angeschlossenen Dosierorgan oder der dem Trockner nachgeschalteten Verarbeitungsmaschine direkt bestimmt.

Es wurde gefunden, daß die teilweise Kristallisation zum Zwecke der Erreichung eines Granulates, das bei einer weiteren Behandlung mit Gasen höherer Temperatur gut rieselfähig bleibt, dadurch erreicht werden kann, daß in einem Schachttrockner ein Hohlkörper mit geneigter perforierter Fläche, auf der das aufgebene Granulat in geringer Schütthöhe langsam gleitet, eingesetzt wird, wobei das dem Hohlkörper von außen zugeführte heiße Gas die Schüttung so durchströmt, daß es zu einer starken Auflockerung ohne Wirbelung und Vermischung kommt, oder daß in einem Schachttrockner ein Hohlkörper eingesetzt wird, der über eine geringe Höhe im Schacht eine solche Verringerung des Querschnittes für den Durchgang des Granulates und des aus den Stufen II und III nach oben strömenden

009849/1191

BAD ORIGINAL

heißen Gases bewirkt, daß entweder infolge der starken Durchflutung im Bereich der Einengung eine starke Auflockerung ohne Wirbelung und Vermischung auftritt und das Granulat kontinuierlich durch diese Schicht wandert oder im Bereich der Einengung eine sehr starke Blasen- bzw. Fontänenbildung auftritt, wobei weniger als 50 % des Granulates, das an dieser starken Bewegung teilnimmt, teilweise kristallisiert sein kann und das Granulat kontinuierlich den Bereich durchläuft, oder daß ein Hohlkörper in den Schachttrockner eingesetzt wird, der die Durchführung eines Verfahrens, das sich aus der Kombination der beiden beschriebenen ergibt, ermöglicht.

Weiterhin wurde gefunden, daß die gewünschte teilweise Kristallisation auch dadurch erreicht werden kann, indem eine dichte, unter Druck stehende Granulatschicht stark mit heißen Gasen durchflutet wird, wobei es bei dem langsamen, kontinuierlichen Durchlauf des Granulates durch die Stufe I infolge spezieller Formender Vorrichtungsteile, die die Schicht seitlich begrenzen, zu geringen Relativbewegungen der Granulatteilchen untereinander kommt, wobei zur Unterstützung des Granulatflusses durch diese Stufe beziehungsweise zur Auflösung eventuell gebildeter kleiner Agglomerate einzelne Vorrichtungsteile in schwingende Bewegung versetzt werden können. Der erforderliche Druck kann zum Beispiel durch das Gewicht des Granulates, das im Schachttrockner über der I. Stufe gelagert wird, aufgebracht werden. In diesem Falle umfaßt der Schachttrockner zugleich ein Granulatsilo.

009849/1191

BAD ORIGINAL



Das Heißgas dient nicht nur als Wärmeträger, sondern nimmt auch losen Abrieb und Staubteilchen mit. Dieser sogenannte Sekundäreffekt der Entstaubung des Granulates ist bei Durchführung der teilweisen Kristallisation im aufgelockerten Zustand beziehungsweise bei starker Blasen- und Fontänenbildung größer als bei dem Kristallisieren in dichter Schüttung.

Die Trocknung, die II. Stufe des Verfahrens, kann mit heißen Gasen im bekannten, kontinuierlich arbeitenden Schachttrockner für rieselfähige Schüttgüter erfolgen.

Für die Endtrocknung und -kristallisation mit Homogenisierung wird eine unter Druck stehende Granulatschicht mit heißen Gasen von einer Temperatur, die gleich oder größer als die der II. Stufe ist, durchströmt. Das Granulat durchläuft kontinuierlich diese Stufe. Die Verweilzeit ist klein gegenüber der II. Stufe. Um eine schonende effektvolle Trocknung zu erreichen, ist es vorteilhaft, in der Stufe III partiell oder vollständig getrocknetes Gas einzusetzen. Die Verwendung von vorgetrocknetem Gas in der II. Stufe ist ebenfalls vorteilhaft, aber nicht unbedingt notwendig.

Für das Verfahren beziehungsweise für die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind verschiedene Varianten möglich.

## Varianten der Stufe I:

1. Zentrisch im Schacht befindet sich ein Hohlkörper (zum Beispiel Kegel, Doppelkegel, dessen obere Fläche perforiert ist). Das Granulat wird in der Mitte aufgegeben und gleitet in der Schicht entsprechend der Abnahme auf der geneigten Fläche. Im Kreislauf geführtes Heißgas durchströmt vom Hohlkörper aus die Schüttung, wodurch diese stark aufgelockert und rasch erwärmt wird. Das für die I. Stufe in einem System, das im wesentlichen aus einer Absaugleitung, dem Entstaubungszyklon, dem Gebläse, dem Wärmetauscher und der Zuführungsleitung zum Hohlkörper besteht, geführte Heißgas braucht nicht vorgetrocknet zu sein.  
Durch das aus den Stufen II und III über den Spalt zwischen dem eingesetzten Hohlkörper und der Schachtwandung aufsteigende Gas wird der Heißgas-kreislauf der Stufe I ständig aufgefrischt. Eine entsprechende Gasmenge entweicht aus dem Kreislauf und kann zum Teil nach einer Auffrischung mit trockenem Gas und Aufheizung in der Stufe II wieder eingesetzt werden. Um den gesamten Energiebedarf kleiner zu halten, sollte der Heißgasdurchsatz im Kreislauf der Stufe I das 1,5 bis 4-fache gegenüber der resultierenden Heißgaseinspeisung in den Stufen II und III betragen.
2. Zentrisch im Schacht ist im Bereich der Stufe I ein Verdrängerkörper (zum Beispiel; Paraboloid mit aufgesetztem Kegel, Ellipsoid, Kreiszylinder mit aufgesetzten Kegeln und so weiter) mit oder ohne Rippen

BAD ORIGINAL

009849/1191

- 10 -

angeordnet. Er drängt den von unten kommenden Heißgasstrom nach der Gefäßwand hin ab, so daß sich zwischen ihm und der Schachttrocknerwand eine aufgelockerte Granulatschüttung ohne Wirbelung und Vermischung befindet oder eine starke Granulatbewegung durch Blasen- bzw. Fontänenbildung auftritt. Zur Anpassung des Granulatvolumens im Trockner an die gewünschte Verweilzeit im Zusammenhang mit dem Durchsatz kann der Verdrängerkörper in seiner Höhenlage verstellt werden, beziehungsweise es können verschieden lange Verdrängerkörper zum Einsatz kommen. Der Verdrängerkörper kann sich zum Beispiel auch als Doppelkegel in Verbindung mit einem entsprechend an der Schachtwand befestigten Ringhohlkörper ergeben. Durch Höhenverstellung des Verdrängerkörpers bei feststehendem Ringhohlkörper an der Schachtwand wird dann die Querschnittsfläche für den Granulat- und Gasdurchgang beeinflusst. Das aus dem Trockner austretende heiße Gas kann zur Erreichung eines geringen Energieverbrauches zum Teil nach Entstaubung, Auffrischung mit trockenem Gas und Aufheizung für die Trocknung in der Stufe II wieder eingesetzt werden.

3. Vorteilhaft kann auch ein solcher Verdrängerkörper angewendet werden, der den Heißgasstrom zentrisch einengt und eine Blasen- bzw. Fontänenbildung oder eine stark aufgelockerte Granulatschichtschüttung ohne Wirbelung und Vermischung im zylindrischen oder nahezu zylindrischen Teil der Einengung ergibt. Der Verdrängerkörper kann auch teleskopartig in

009849/1191

seiner Länge verstellbar sein oder es können Verdrängerkörper unterschiedlicher Länge eingesetzt werden. Hinsichtlich der Wiederverwendung des aus dem Trockner austretenden Heißgases gilt das unter 2. bereits Ausgeführte.

Für die Varianten 2 und 3 entfällt ein gesonderter Heißgaskreislauf für die I. Stufe, so daß im Vergleich zur Variante 1 der apparative Aufwand geringer und die Prozeßführung einfacher werden.

4. Die unter 2. aufgeführten Verdrängerkörper können auch auf ihrer oberen Teilfläche perforiert und an einen Heißgaskreislauf angeschlossen sein. Wird der Füllstand entsprechend hoch gehalten, so beginnt die teilweise Kristallisation auf der perforierten Fläche, wie unter 1. beschrieben, und wird im Bereich des verringerten Querschnitts für den Durchgang des Granulates und des aus den Stufen II und III aufsteigenden Gases, wie unter 2. erläutert, fortgesetzt.
5. Für den Fall, daß die teilweise Kristallisation in einer dichten, sich kontinuierlich in einer unter Druck bewegendem Granulatschicht erfolgen soll, ist zentrisch in dem Schachttrockner ein Einsatz (Hohlkörper) anzubringen. Die Form der Schachtwand in Verbindung mit der Gestalt des eingebauten Hohlkörpers muß dabei so sein, daß es infolge des sich ständig verändernden Strömungsquerschnittes längs der Stufe I zu einer ausreichenden, jedoch

geringen Relativbewegung der Granulatteilchen beim Durchwandern der I. Stufe kommt.

In Fig. 6, 7 und 8 sind einige Ausführungsformen für die Schachtwand und den Hohlkörper im Bereich der I. Stufe dargestellt. Zur Erreichung des entsprechenden Druckes kann das Gewicht des im Schacht über der Stufe I im Silo gelagerten Granulates ausgenutzt werden. Zur Unterstützung des einwandfreien Durchlaufes des Granulates beziehungsweise zur Auflösung kleinerer Agglomerate kann der Hohlkörper oder ein zusätzlich im Bereich der I. Stufe eingesetztes Teil (Fig. 7) zu Schwingungen erregt werden. Eine starke Durchflutung der Granulatschüttung kann durch das aufsteigende heiße Gas aus den Stufen II und III in Verbindung mit der Verringerung des Strömungsquerschnittes infolge des eingesetzten Hohlkörpers im Bereich der Stufe I erreicht werden. Das heiße Gas kann am oberen Ende der Stufe I über entsprechende Perforationen an der Schachtwand oder am Hohlkörper abgesaugt werden. Die starke Durchflutung kann auch durch die Überlagerung zweier Teilströmungen, das aufsteigende heiße Gase aus Stufe II und III (nahezu senkrechte Teilströmung) und eine nahezu horizontalgerichtete Strömung durch das Hineindrücken von heißem Gas in die Stufe I über Perforationen am Hohlkörper oder an der Schachtwand, durchgeführt werden. Die Absaugung des gesamten heißen Gases erfolgt dann in Abhängigkeit von der Einführung der nahezu horizontalgerichteten Strömung an der Schachtwand oder am Hohlkörper. Über die Führung des zusätzlich einge-

blasenen Gases und des gesamten abgesaugten Gases gilt das unter 1. erläuterte.

In jedem Falle muß, zum Beispiel durch die Gestaltung der Absaugung, dafür gesorgt werden, daß keine Heißluft in das Silo gelangt und das Silo gegenüber der Stufe I so isoliert ist, daß Granulat mit Temperaturen über 80 °C sich nur in der Stufe I befindet. Dann kann es im Silo nicht zu Brückenbildung infolge eintretender plastischer Zustände kommen und eine einwandfreie Granulatzuführung in die Stufe I entsprechend der Entnahme am Trocknerausgang ist zu erwarten.

#### Varianten der Stufe II:

Für die Trocknung in der Stufe können entsprechend für rieselfähige Schüttgüter bekannte Verfahren und Schachttrockner eingesetzt werden. Dabei wird das Granulat von heißem Gas umspült, das teils direkt der Stufe II von außen zugeführt wird und teils aus der Stufe III überströmt.

#### Varianten der Stufe III:

Im unteren Teil des Schachttrockners ist zentrisch ein Hohlkörper eingesetzt, der gegebenenfalls in zwei Kammern unterteilt wird. Die untere Kammer dieses Hohlkörpers befindet sich innerhalb der Stufe III und ein Teil ihrer Oberfläche ist perforiert. Über Rohrleitung, Hohlkörper und Perforation erfolgt die Zu- oder Abführung des Heißgases. Das Heißgas strömt nahezu radial durch die Granulatschicht. Am Trockneraußenwand befinden sich Perforationen und eine

009849/1191

Ringkammer mit Rohrleitungsanschluß zu einem Heißgaskreislauf. Das Heißgas kann sowohl von außen nach innen oder in umgekehrter Richtung die Granulatschicht durchströmen. Die aus dieser Stufe abgesaugte Menge ist geringer, entsprechend der Auffrischung des im Kreis geführten Gases, als die hineingedrückte. Die Differenzmenge strömt in die Stufe II über. Die obere Kammer des Hohlkörpers kann der Gaszuleitung in die Stufe II dienen. Die Formen des eingesetzten Hohlkörpers können sehr unterschiedlich sein, parabolisch, zylindrisch, kegelförmig oder irgend eine Kombination der Grundformen.

An den Gasdurchgangsstellen können sich generell Perforationen, die kleiner als die kleinsten Granulatteilchen sind, größere Perforationen mit entsprechender Siebspannung oder mit Abstand schuppenartig übereinander angeordnete Kegelstümpfe usw. befinden.

Am unteren Ende des Trockners befinden sich eine Dosiereinrichtung (zum Beispiel Zellenradschleuse, Schneckenförderer) beziehungsweise der Anschluß zu einer nachgeschalteten Verarbeitungsmaschine. Durch das dem Trockner angeschlossene Aggregat erfolgt die Steuerung des Granulatdurchsatzes.

Das Verfahren und die Vorrichtung sind an einigen Beispielen erläutert worden.

009849/1191

In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1; einen Schnitt durch die Vorrichtung mit Einbauten und Gaskreisläufen
- Fig. 2; den in der Stufe I eingehängten zylindrischen Verdrängerkörper
- Fig. 3; den Verdrängerkörper mit zentrischem Durchlaß
- Fig. 4; den schuppenförmigen Einbau und das aufgesetzte Granulatsilo
- Fig. 5,6; den Einbaukörper in der Stufe III in verschiedenen Ausführungsvarianten
- Fig. 7,8; den Einbaukörper in Stufe I in verschiedenen Ausführungsvarianten gemäß Beispiel 4.

**Beispiel 1 (Fig. 1):**

In einem isolierten Schacht 1 mit Einfüllstutzen ist in Stufe I ein Hohlkörper 4 an einem Gaszuführungsrohr 3 angebracht. Die obere Fläche 5 des Hohlkörpers 4 ist perforiert. Ein Heißgasstrom gelangt über das Gaszuführungsrohr 3, Hohlkörper 4 durch die Granulatschicht in einen Hohlraum 10 des Schachtes. Gleichzeitig strömt Heißgas aus den Stufen II und III über den Spalt der Stufe I in den genannten Hohlraum. Aus der Trocknerstufe I wird das Gas mit Hilfe des Gebläses 14 über die Leitung 12 und die Entstaubung 13 abgesaugt. Ein Teil des verdichteten Gases strömt danach über den Wärmetauscher 15 wieder in die Stufe I des Trockners. Die restliche Menge wird über die Lei-

BAD ORIGINAL

009849/1191

- 16 -



tung 29, Armatur 28, zur Zuleitung des Gebläses 26 geführt. Das Gebläse 26 drückt ein Gasgemisch, bestehend aus dem aus der I. Stufe zurückgeführten und einem Zusatz von getrocknetem Gas über den Wärmetauscher 24 in den Gasverteilungskörper 19 der Stufe II des Trockners. Über die Armatur 25 entweicht eine Gasmenge, die der des Zusatzes von getrocknetem Gas entspricht.

Das Gebläse 36 saugt Heißgas aus der Stufe III über die Ringkammer 21 ab und drückt es über die Leitung 34, in der noch ein Zusatz von getrocknetem Gas erfolgt, in den Wärmetauscher 33 und in den Gasverteilungskörper 20 der Stufe III des Trockners. Ein Teil dieses Gases strömt über Stufe II und I in den oberen Hohlraum des Trockners. Die Menge des Zusatzes an getrocknetem Gas und damit die Feuchtigkeit des Gases für die Stufe II beziehungsweise III können durch die Armatur 30 beziehungsweise 32 beeinflusst werden. Beim Einsatz von Luft als Trocknungsmittel kann ein Teil Raumluft über den Filter 27 und Armatur 23 vom Gebläse 26 mit angesaugt werden.

#### Beispiel 2 (Fig. 2):

In der Stufe I des Schachttrockners 1 ist ein Hohlkörper 6 (Verdrängerkörper) an einem Stab in seiner Höhe verstellbar aufgehängt. Granulat und Gas werden durch diesen Hohlkörper aus der Mitte des Schachtes verdrängt. Im Gegensatz zu Beispiel 1 entfällt hier

ein separater Gaskreislauf für die Stufe I. Die starke Durchflutung erfolgt nur durch das aus Stufe II und III aufsteigende Gas in Verbindung mit der Verdrängerung des Strömungsquerschnittes durch den Verdrängerkörper 6. Die übrigen Anordnungen der Vorrichtungsteile und Wirkungsweise sind wie in Beispiel 1.

#### Beispiel 3 (Fig. 3):

Dieses Beispiel unterscheidet sich von Beispiel 2 lediglich durch eine andere Gestaltung des Verdrängerkörpers in der I. Stufe.

Durch den Hohlkörper 7 können sich hierbei Granulat und Gas nur durch einen geringen Querschnitt in der Mitte des Schachtes bewegen.

#### Beispiel 4 (Fig. 4):

Oberhalb des Schachtes 1 ist ein Gefäß 17 aufgesetzt, in dem amorphes Granulat für die Trocknung bevorratet wird. Das Gefäß 17 ist gegenüber dem Schacht 1 isoliert. Dies ist notwendig, damit es infolge Wärmeleitung nicht zum Ankleben von Granulat im Silo kommt. In der Stufe I ist in der Mitte des Schachtes ein Verdrängerkörper angebracht, der aus mehreren weitabstehend übereinander angeordneten Kegelstümpfen besteht. Desgleichen sind schuppenartig Kegelstümpfe 9 an der Schachtwand angebracht. Zwischen diesen Kegelstümpfen befinden sich freie Durchgänge vom Inneren des Verdrängerkörpers 8 zur Granulatschicht beziehungsweise von der Granulatschicht zur Ringkammer 10 a.

Infolge der schuppenartigen seitlichen Begrenzung der Granulatschicht und einer starken Einengung des Querschnittes für Granulat und Luftdurchgang am Ende der I. Stufe kommt es zu einer geringen Relativbewegung der Granulatteilchen untereinander beim Durchlauf durch die I. Stufe. Durch den Erreger 18 wird der Verdrängerkörper 8 zu Längsschwingungen angeregt. Aus einem Heißgaskreislauf für die I. Stufe, entsprechend dem Beispiel 1, wird das Gas durch die Leitung 16 und den Hohlkörper 8 in die Granulatschicht gedrückt. Darüber hinaus erfolgt eine Durchströmung des Granulates in der I. Stufe durch das aus der II. und III. Stufe aufsteigende Gas. Das gesamte Gas aus der Stufe I wird über die Ringkammer 10 a und die Leitung 12 a abgesaugt. Die übrigen Anordnungen der Vorrichtungsteile und Wirkungsweise sind wie im Beispiel 1.

Mit dem vorgeschlagenen Verfahren und der Vorrichtung entsprechend der Beispiele 1 - 4 zum Trocknen des Granulates aus synthetischen linearen Hochpolymeren, die beim Erwärmen zeitweilig in einen plastischen Zustand übergehen, wurden bei der Behandlung von Polyestergranulat mit den Abmessungen  $2 \times 4 \times 4$  mm (Würfelgranulat); einer Eingangsfeuchte von ca. 0,4 %; einem Eingangskristallisationsgrad von ca. 10 % und Luft als Trocknungsmittel die folgenden Ergebnisse (Tabelle 1) erzielt:

Tabelle 1

$t_2$	$t_3$	(2) $P_{H_2O}$	(1) $P_{H_2O}$	$\frac{1}{2} + 3$		
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	Torr	Torr	h	%	%
160	160	10	10	3	42,7	0,007
160	160	0	0	3	42,7	0,001
150	150	10	10	2	41,0	0,012
150	150	5	5	2	41,0	0,008
150	180	5	0	2 + 0,3	46,3	0,002
150	180	10	0	2 + 0,3	46,3	0,003
140	200	10	0	2 + 0,2	50,7	0,004

Darin bedeuten:

- $t_2$  - Temperatur des in Stufe II eingeblasenen Gases  
 $t_3$  - Temperatur des in Stufe III eingeblasenen Gases  
(2)  
 $P_{H_2O}$  - Wasserdampfpartialdruck des in Stufe II eingeblasenen Gases  
(1)  
 $P_{H_2O}$  - Wasserdampfpartialdruck des in Stufe III eingeblasenen Gases  
 $\frac{1}{2}$  - Verweilzeit des Granulates in der I. und II. Stufe  
3 - Verweilzeit des Granulates in der III. Stufe  
- Kristallisationsgrad des Granulates nach der Trocknung  
F - Feuchtigkeitsgehalt des Granulates nach der Trocknung

009849/1191

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Trocknen von Granulaten aus synthetischen linearen Hochpolymeren, insbesondere Polyestergranulaten, die beim Erwärmen unterhalb der Schmelztemperatur zeitweilig in einen plastischen Zustand übergehen, in einem kontinuierlich arbeitenden Schachttrockner ohne Verwendung eines Quellmittels, dadurch gekennzeichnet, daß das Granulat an nur ruhenden oder mit geringer Amplitude schwingenden Verdrängerkörpern unter andauerndem direkten Kontakt mit heißen Inertgasen oder heißer Luft in einem zylindrischen Gefäß in einer Teilkristallisations-, Trocknungs-, Endtrocknungs- und Endkristallisationsstufe einschließlich Homogenisierung entlanggeführt wird, wobei der Granulatdurchlauf in allen Stufen nur vom am Trocknerausgang angeschlossenen Dosierorgan oder der dem Trockner nachgeschalteten Verarbeitungsmaschine direkt gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Teilkristallisationsstufe durch erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des heißen Gases dünne, gleitende Schichten des Granulates allgemein quer zur Bewegungsrichtung so durchströmt werden, daß es in den Schichten zu einer starken Auflockerung ohne Wirbelung und Vermischung kommt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an Einengungsstellen das dem Gasstrom entgegen gleitende Granulat infolge starker Durchflutung mit heißen Gasen eine starke Auflockerung ohne Wirbelung, oder bei höherer Gasgeschwindigkeit eine Blasen- oder Fontänenbildung erfährt, wobei weniger als 50 % des Granulates, das an dieser kontinuierlichen Bewegung teilnimmt, vor Beginn der Durchflutung kristallisiert sein können.
4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkristallisation mittels Durchflutung mit heißen Gasen sowohl quer als auch entgegen der Granulatbewegung nacheinander erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine dichte, unter dem Druck der darüberliegenden amorphen Granulatvorräte stehende Granulatschicht stark mit heißen Gasen längs oder/und quer zur Bewegungsrichtung des Granulates durchströmt wird, wobei es durch spezielle Formen der seitlichen Begrenzungssteile in der abwärts gleitenden Granulatsäule zu geringen Relativbewegungen der Granulatteilchen untereinander kommt.

6. Verfahren nach Anspruch 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Stufe I einzelne Vorrichtungsteile schwingende Bewegungen ausführen.
  
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Granulat in der Endstufe bei kurzer Verweilzeit vorzugsweise mittels getrockneter heißer Gase, deren Temperatur gleich oder höher als die des Gases in der davorliegenden Trocknungsstufe ist, erwärmt wird, wobei die gleiche Temperatur nur eine Homogenisierung des Feuchtegehaltes und des Kristallisationsgrades bewirkt, während die höhere Temperatur den Feuchtegehalt verringert, gleichzeitig den Kristallisationsgrad erhöht und beide Parameter der Granulatteilchen untereinander homogenisiert, je nach Erfordernis für die nachfolgende Verarbeitungsstufe.
  
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1 bis 7 in einem senkrecht stehenden Schachttrockner ohne rotierende Einbauten, dadurch gekennzeichnet, daß in den freien Querschnitt des Schachttrockners (1) ein senkrecht stehendes, verschiebbares Heißluft-Zuleitungsrohr (3) unter der Einfüllöffnung (2) ein doppelkegelförmiger Hohlkörper (4) mit perforiertem oberem Mantel (5) derart eingehängt ist, daß zwischen dem Hohlkörper (4) und dem an der Wandung des Schachttrockners (1) befestigten Hohlkörper (11) ein Spalt vorhanden ist,

wobei das Innere der Hohlkörper (4) und (19) und der Oberteil (10) des Schachttrockners (1) Bestandteile eines Heißluftsystems sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Stufe III (Fig. 1) zentrisch ein perforierter Hohlkörper (20) angebracht ist, der mit heißem Gas, dessen Temperatur gleich oder höher liegt als die des Gases in der Stufe II, aus einem Heißluftsystem beaufschlagt ist, wobei die perforierten Flächen des Hohlkörpers (20) nahe einem Absaugsystem, das als Ringkammer (21) ausgebildet ist, liegen und der Hohlkörper (20) als auch die Ringkammer (21) Bestandteil eines Heißgaskreislaufes sind.
  
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Schachtquerschnitt in Höhe der Stufe I ein an der Innenwandung des Schachtes (1) anliegender kreisringförmiger Hohlkörper (7) eingesetzt und an den Hohlraum (10) eine Absaugleitung (12) angeschlossen ist.
  
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zentrisch unter der Einfüllöffnung (2) des Schachttrockners (1) ein Verdrängungskörper (6), (Fig. 2), an einer Einstellvorrichtung (37) ange-



bracht ist und der Raum (10) über dem Verdrängerkörper (6) mit einem Absaugsystem verbunden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkörper (4, 6, 7, 20) Kegel, Pyramide, Ellipsoid oder Paraboloid, Zylinder, Halbkugel oder beliebige Kombinationen dieser Grundformen darstellen (Fig. 5 und 6).
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zentrisch im Oberteil des Schachttrockners (1) ein Hohlkörper (8) mit schuppenförmig übereinandergesetzten Kegelstumpfmänteln angeordnet ist, aus dem das durch das Heißluftzuführungsrohr (3) eingeblasene Heißgas austritt; und an der Innenwand des Schachttrockners tellerartige Ringe (9) in der Höhe der perforierten Schachtwand und der Ringkammer (10 a) angeordnet sind, wobei der Hohlkörper (8) und die Ringkammer (10 a) mit einem Heißluftsystem verbunden sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß der nach oben verlängerte Schachttrockner (1) als Silo (17) für Granulat ausgestaltet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß der an dem Heißluft-Zuführungsrohr (3) befestigte Hohlkörper (8) mit einem Schwingungserreger (18) verbunden ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugleitung (12), die mit Staub beladenes Heißgas führt, vor dem Gebläse (16) in einer an sich bekannten Eptstaubungsvorrichtung mündet.
17. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringkammer (21) in der Stufe III über die Leitung (34 a) mit Heißgas beaufschlagt ist und die Absaugleitung (35 a) mit dem Hohlkörper (20) und dem Gebläse (36) verbunden ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringkammer (10 a) über die Leitung (12 a) mit Heißgas beaufschlagt wird und der eingehängte Hohlkörper (8) an das Absaugsystem über die Leitung (3) angeschlossen ist.

- Hierzu 3 Blatt Zeichnungen -

009849/1191

8  
Leerseite

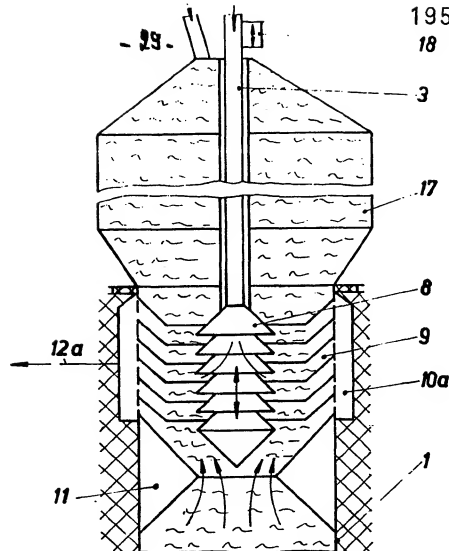


Fig. 4

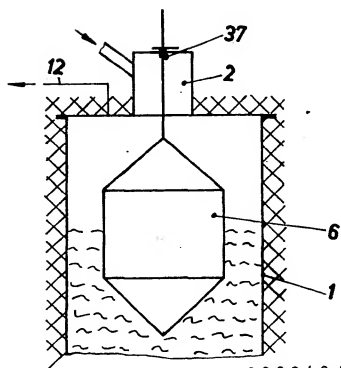


Fig. 2

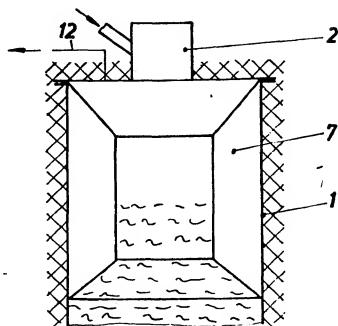


Fig. 3

009849/1191

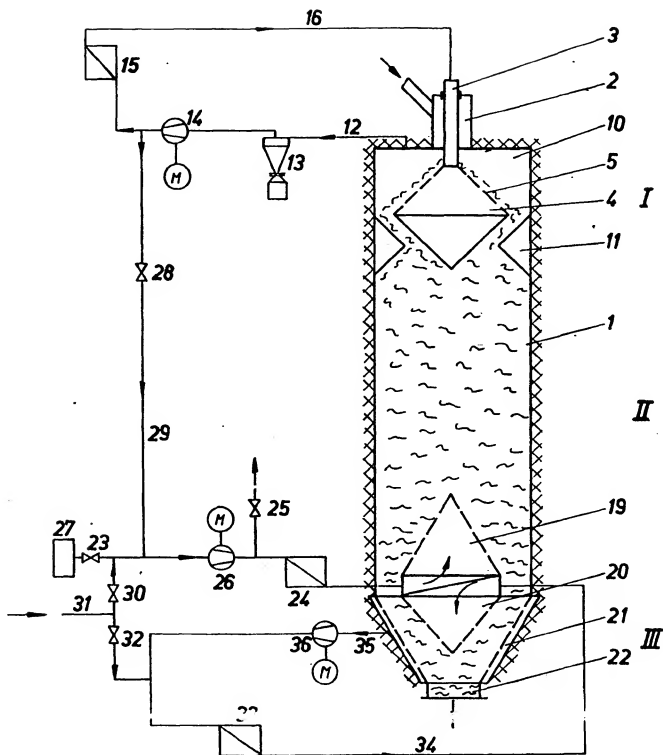


Fig. 1

009849/1191

- 12 -

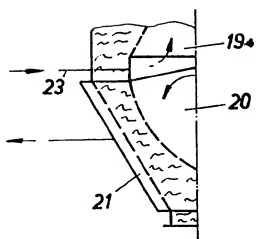


Fig. 5

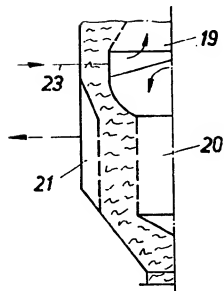


Fig. 6

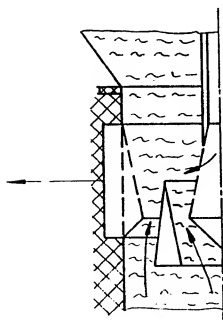


Fig. 7

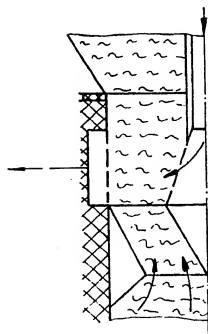


Fig. 8

009849/1191